

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-180428

(43)公開日 平成6年(1994)6月28日

(51)Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 26/10	1 0 1			
26/08		J 9226-2K		
H 0 1 S 3/103				
H 0 2 N 13/00		Z 8525-5H		
H 0 4 N 1/04	1 0 4	Z 7251-5C		

審査請求 有 請求項の数4(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-334064

(22)出願日 平成4年(1992)12月15日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 豊田 隆一

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内

(72)発明者 兼松 修子

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内

(72)発明者 東 奈緒子

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内

(74)代理人 弁理士 小堀治 明 (外2名)

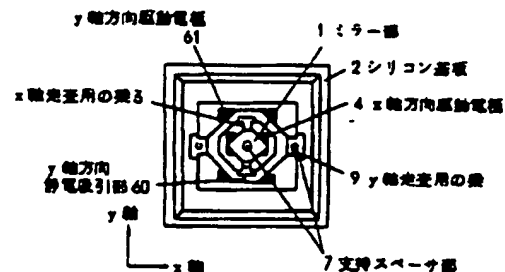
(54)【発明の名称】 静電力駆動小型光スキャナ

(57)【要約】

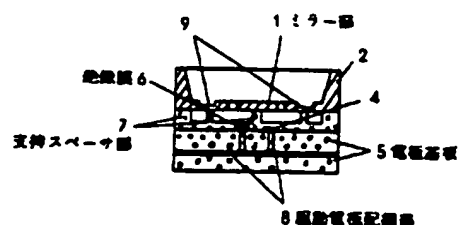
【目的】 本発明は、レーザレダ用のスキャナとして、またファクシミリやプリンタの歪き込み用として、また将来の光情報処理分野に利用する1軸方向、2軸方向走査光スキャナに関するもので、構造が複雑で、駆動機構が大きいという従来の問題点を解決し、半導体プロセス加工を用いてミラーや駆動機構を形成し、超小型の光スキャナを提供するものである。

【構成】 半導体レーザ光を反射し、X軸、Y軸方向に変位可能なシリコン基板で形成されたミラー部と、ミラー部を両側から支持するシリコン基板で形成された梁部と、ミラー部裏面に対向する位置に配置されたX軸、Y軸方向駆動電極と、電極基板と、駆動電極を絶縁するための絶縁膜と、ミラー部と駆動電極間のギャップを決める支持スペーサ部からなり、さらに前記駆動電極の配線部が、ミラー部に対して駆動電極よりも距離があり、静電力がミラー部に作用しない平面上に形成されていることにより、超小型の2軸方向走査可能な光スキャナを提供する。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体レーザ光を反射し、X軸方向に変位可能なシリコン基板で形成されたミラー部と、前記ミラー部と一体で構成されているが、ミラー部とは厚さが必ずしも同一ではなく、ミラー部を両側から支持するシリコン基板で形成されたX軸走査用の梁と、前記X軸走査用の梁と一体でその外側に形成され、前記ミラー部と直交するY軸方向に変位可能な静電吸引部と前記静電吸引部と一体で構成されているが、静電吸引部とは厚さが必ずしも同一でなく、静電吸引部を両側から支持するシリコン基板で形成されたY軸走査用の梁と、前記ミラー部を駆動するために、ミラー部や前記静電吸引部の表面に対向する位置に配置されたX軸、Y軸方向駆動電極と、前記駆動電極が形成されている電極基板と、前記駆動電極とミラー部の間に存在し、駆動電極を絶縁するための絶縁膜と、ミラーの変位に対しミラーのたわみが生じないように支持し、ミラー部と駆動電極間のギャップを決める支持スペーサ部からなり、さらに前記駆動電極の配線部が、ミラー部に対して駆動電極よりも距離があり、静電力がミラー部に作用しない平面上に形成されていることを特徴とする2軸方向走査可能な静電力駆動小型光スキャナ。

【請求項2】 半導体レーザ光を反射し、1軸方向に変位可能なシリコン基板で形成されたミラー部と、前記ミラー部と一体で構成されているが、ミラー部とは厚さが必ずしも同一ではなく、ミラー部を両側から支持するシリコン基板で形成された梁部と、前記梁部と一体で構成され、ミラー部とは別に梁部にねじりを生じさせるため複数本（組、段）形成された静電吸引部と、前記ミラー部および静電吸引部に対向する位置に配置された駆動電極と、前記駆動電極が形成されている電極基板と、前記駆動電極とミラー部の間に存在し、駆動電極を絶縁するための絶縁膜と、ミラーの変位に対しミラーのたわみが生じないように支持し、ミラー部と駆動電極間のギャップを決める支持スペーサ部からなる1軸方向走査可能な静電力駆動小型光スキャナ。

【請求項3】 ミラー部の上に反射防止膜をつけたガラス基板を接着し、ガラス基板と電極基板にはさまれたミラー部の存在する空間が真空であることを特徴とする第1項、第2項記載の静電力駆動光スキャナ。

【請求項4】 前記してきた第1項、第2項記載の静電力駆動光スキャナのミラーが、同一面内に複数個が直線的に、または平面的に配列したことを特徴とした静電力駆動小型光スキャナ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、物体の探査、把握を行うためのレーザレーダ用のスキャナとして、またファクシミリやプリンターの書き込み用として、また将来の光コンピュータに代表される光情報処理分野に利用

する1軸方向、2軸方向走査光スキャナに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 以下、従来の2軸方向走査光スキャナについて図8、9、10をもちいて説明する。図8、9、10において、51はレーザ光源、52はX軸方向ミラー、53はY軸方向ミラー、54はポリゴンミラー、55はディスク型ホログラムスキャナである。以上のように構成された2軸方向走査光スキャナについて、その動作について説明する。図8は、レーザ光源51からでたレーザ光がX軸方向のミラー52とY軸方向のミラー53を回転変位させることにより2軸方向走査する、ガルバノメータスキャナを二つ組み合わせた構成や、図9に示すようにポリゴンミラー54とガルバノメータスキャナにより回転変位するY軸方向ミラー53を組み合わせた構成や、図10に示すようにディスク型ホログラムスキャナ55とガルバノメータスキャナにより回転変位するY軸方向ミラー53を組み合わせた構成が知られている。

【0003】 つぎに、近年の1軸方向走査の光スキャナについては、マイクロマシンの研究が盛んに行われるようになり、シリコンマイクロマシングを用いた小型光スキャナが作られている。例えば、静電型シリコンねじり振動子（富士電気、中川ほか）、日本機械学会第68期全国大会講演会講演論文集Vol. D、（1990）などである。

【0004】 以下、従来の1軸走査の小型光スキャナについて、図11、12を用いて説明する。図11は、静電型シリコンねじり振動子の外観図である。振動子41は、可動板42とスパンバウンド43と枠44からなり、厚さ0.3mmのシリコンからエッチングにより一体形成している。可動板42とスパンバウンド43の厚さは20μmである。シリコン振動子41は、電極を形成したガラス基板45にスペーサ46を挟んで接着している。

【0005】 図12は、静電型シリコンねじり振動子の運動状態を示した断面図である。S字型のスパンバウンド43で支持された可動板42と電極間に電圧を印加すると、両者の間に静電力が働き、可動板42はスパンバウンド43を軸として電極に静電吸引され振動する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、2軸方向走査光スキャナについては、上記の構成では、数多くの部品からなり構造が複雑であり、又ミラー部の駆動のためのアクチュエータが大きく、全体を小型化することが困難である。

【0007】 静電型シリコンねじり振動子の場合、小型であるが、2軸方向走査は出来ない。また1軸方向走査光スキャナとして考えると、走査角度を増加させるにしがたい、駆動電圧が高くなる。逆に、駆動電圧を制限

して走査角度増加させると、スパンバウンドの機械的強度が低下するなどの問題がある。

【0008】本発明は、上記従来例の課題を解決するもので、半導体プロセス加工を用いて、ミラーやアクチュエータを形成し、超小型、低電圧駆動（広走査角度）の1軸方向走査、2軸方向走査光スキャナを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明は、半導体レーザ光を反射し、X軸、Y軸方向に変位可能なシリコン基板で形成されたミラー部と、ミラー部を両側から支持するシリコン基板で形成された梁部と、前期ミラー部を駆動するために、ミラー部裏面に対向する位置に配置されたX軸、Y軸方向駆動電極と、前記駆動電極が形成されている電極基板と、前記駆動電極とミラー部の間に存在し、駆動電極を絶縁するための絶縁膜と、ミラー部と駆動電極間のギャップを決める支持スペーサ部からなり、さらに前記駆動電極の配線部が、ミラー部に対して駆動電極よりも距離があり、静電力がミラー部に作用しない平面上に形成されている2軸方向走査可能な光スキャナ構造や、梁部と一体で構成され、ミラー部とは別に梁部にねじりを生じさせるため複数本（組、段）形成された静電吸引部と、前記ミラー部および静電吸引部に対向する位置に配置された駆動電極を形成した構造の1軸走査可能な光スキャナや、ミラー部の上に反射防止膜をつけたガラス基板を接着し、ガラス基板と電極基板にはさまれたミラー部の存在する空間が真空である構造や、前記の静電力駆動光スキャナのミラーが、同一面内に複数個が直線的に、または平面的に配列した構造を有するものである。

【0010】

【作用】本発明は、上記構成によって、シリコン基板上に形成されたミラーが、駆動電極に電圧を印加することによって、X軸、Y軸の2軸方向走査可能となり、半導体レーザ光は二次元走査される。全体が超小型な2軸方向走査光スキャナを提供することができる。また複数本の静電吸引部を持つことにより、従来よりも低電圧で、広走査角度の1軸方向走査光スキャナを提供することができる。さらに、これら光スキャナのミラー部を真空中で動作させることにより、高速応答が可能になる。そして、これらミラーを、単一ではなく直線的にまた平面的に配列することで、プリンターの書き込み用や光情報分野用として、従来にない小型でまったく新しい光スキャナデバイスを提供することができる。

【0011】

【実施例】

（実施例1）以下、本発明の第1の実施例について図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の第1の実施例における小型の2軸方向走査可能な静電力駆動光スキャナの（a）平面図と（b）断面図である。

【0012】図1において、1はミラー部、2はシリコン基板、3はX軸走査用の梁、4はX軸方向駆動電極、5は電極基板、6は絶縁膜、7は支持スペーサ部、8は駆動電極配線部、9はY軸走査用の梁、60はY軸方向静電吸引部、61はY軸方向駆動電極である。ミラー部1は、X軸走査用の梁3と一体で構成され、さらにX軸走査用の梁3の他の端は、Y軸方向静電吸引部60と一体で構成され、Y軸方向静電吸引部60は、Y軸走査用の梁9と一体で構成され、さらにY軸走査用の梁9の他の端は、シリコン基板2と一体で構成されており、これらすべてシリコンで形成されている。ミラー部1の下部にはX軸方向駆動電極4が、またY軸方向静電吸引部60の下部にはY軸方向駆動電極61が配置されており、これら駆動電極は、電極基板5に形成されている。駆動電極配線部8は、ミラー部1などに対して駆動電極よりも距離を隔てて形成され、駆動電極配線部8による静電力がミラー部1に作用しないよう電極基板5の内部配線により形成されている。

【0013】電極基板5上のX軸方向駆動電極4とY軸方向駆動電極61と、ミラー部1とY軸方向静電吸引部60との間には、駆動電極の絶縁用の絶縁膜6とミラー部1を支え、ミラー部1と駆動電極間のギャップをきめる支持スペーサ部7が形成されており、支持スペーサ部7は、電極基板5上に形成されており、シリコン基板2は、支持スペーサ部7と接着されている。

【0014】以上のように構成された2軸方向走査可能な静電力駆動小型光スキャナについて、次にその動作について説明する。

【0015】ミラー部1は、X軸方向駆動電極4に電圧を印加することにより、その静電力的を受け、X軸走査用の梁3と支持スペーサ部7を支点として、光をX軸方向に走査する動作をする。次にY軸方向駆動電極61に電圧を印加すると、Y軸方向静電吸引部60が、その静電力的を受けて、Y軸走査用の梁9と支持スペーサ部7を支点として、光をY軸方向に走査する動作をする。ミラー部1はY軸方向静電吸引部60と一体となり光をY軸方向に走査する動作をする。以上の電圧印加を同時に行うことにより、ミラー部1で反射光を2軸方向走査することができる。

【0016】以上のように、本実施例によれば、シリコン基板2上に形成したミラー部1を、X軸、Y軸方向の駆動電極に電圧を印加することで、静電力的により吸引させ、レーザ光を2軸方向走査可能な静電力駆動小型光スキャナを提供することができる。

【0017】（実施例2）以下、本発明の第2の実施例について図面を参照して説明する。図2は、本発明の第2の実施例における小型の1軸方向走査可能な静電力駆動光スキャナの（a）平面図と（b）断面図である。

【0018】図2において、1はミラー部、2はシリコン基板、10は第1の梁、11は第1の静電吸引部、1

2は第2の梁、13は第2の静電吸引部、14はミラ部の梁、15は支持スペーサ部、16は電極基板、17は絶縁膜、18はミラ駆動電極、19は第2の静電吸引部駆動電極、20は第1の静電吸引部駆動電極である。シリコン基板2上に、ミラ部1と一体でミラ部の梁14が形成され、ミラ部の梁14と一体で、前記ミラ部1を開くように第2の静電吸引部13と第2の梁12が形成され、さらに第2の梁12と一体で前記第2の静電吸引部13を開くように第1の静電吸引部11と第1の梁10が形成されている。

【0019】図2の(b)に示すように、ミラ部1の下部には、ミラ駆動電極18が配置され、同様に第2の静電吸引部13の下部には、第2の静電吸引部駆動電極19が、第1の静電吸引部11の下部には、第1の静電吸引部駆動電極20が配置されている。これら駆動電極は電極基板16に形成されている。シリコン基板2と電極基板16との間には、駆動電極の絶縁用の絶縁膜17と、ミラ部1を支え、ミラ部1と駆動電極間のギャップを決める支持スペーサ部15が形成されている。電極基板16の上に支持スペーサ部15が形成され、シリコン基板2は、支持スペーサ部15と接着されている。

【0020】以上のように構成された1軸走査可能な静電力駆動小型光スキャナについて、次に、その動作について、図3を用いて説明する。図3は、1軸走査可能な静電力駆動小型光スキャナの動作を説明するための説明図である。

【0021】図3において、第1の静電吸引部駆動電極20に電圧を印加すると、第1の静電吸引部11が吸引され、第1の静電吸引部駆動電極20に密着する。このとき、第2の静電吸引部13およびミラ部1は、第1の静電吸引部11と同じだけ変位している。次に第2の静電吸引部駆動電極19に電圧を印加すると、第2の静電吸引部13が吸引され、第2の静電吸引部駆動電極19に密着する。このときミラ部1は、第2の静電吸引部13と同じだけ変位している。さらにミラ駆動電極18に電圧を印加すると、ミラ部1が吸引されて、ミラ駆動電極18に密着する。以上のように動作させることにより、ミラ部1だけを単体で変位させるよりも低電圧で駆動することができる。また同電圧であれば、各梁の部分ですこしづつねじれが生じることで、広い走査角度を得ることができる。

【0022】図4は、本発明の第2の実施例における小型の1軸方向走査可能な静電力駆動光スキャナの他のミラ部形状を示す平面図である。図4において、1はミラ部、21は第1の静電吸引部、22は第2の静電吸引部、23は第3の静電吸引部、24は第4の静電吸引部、25は支持スペーサ部である。

【0023】この形状においても、第1の静電吸引部から第4の静電吸引部まで順次電圧を印加することによ

り、ミラ部1は、低電圧駆動で、広い走査角度を得ることができる。また今回の例では、駆動電極は、静電吸引部に対応して分割して構成したが、全体をまとめて一つの電極としてもよい。ただし、分割することにより、より複雑で、高度な駆動制御を行うことができる。

【0024】以上のように、本実施例によれば、シリコン基板に形成したミラ部1とその周囲に形成した複数の静電吸引部を、前記ミラ部1および複数の静電吸引部に対応した駆動電極により、順次電圧を印加することにより、従来のミラ部1を単体で駆動するよりも、低電圧駆動ができ、また広い走査角度を得ることができる小型の1軸方向走査可能な静電力駆動光スキャナを提供することができる。

(実施例3)以下、本発明の第3の実施例について図面を参照しながら説明する。図5は、本発明の第3の実施例における小型の1軸または2軸方向走査可能な光スキャナの断面図である。図5において、1はミラ部、2はシリコン基板、4はX軸方向駆動電極、5は電極基板、7は支持スペーサ、8は駆動電極配線部、30は真空部、31はガラス基板である。

【0025】電極基板5にX方向駆動電極4とその駆動電極配線部8が形成されており、さらにその上に支持スペーサ部7が成形され、前記支持スペーサ部7とミラ部1を有するシリコン基板2が接着されており、さらにシリコン基板2の支持スペーサ部7と接着されている面と反対側の面に、反射防止膜をつけたガラス基板31が接合されており、接合の方法としては、真空チャンバ内において、ガラス基板31とシリコン基板2の陽極接合を行う。したがって、ミラ部1の周囲の空間は真空部30となる。

【0026】前記の構造において、駆動電極に電圧を印加し、ミラ部1を動作させると、真空中のため、応答性が向上する。またミラ部1の酸化もなく鏡面が保たれる。またミラ部1の上面にガラス基板31があることにより、ゴミなどに対しても強くなる。

【0027】以上のように、本実施例によれば、ガラス基板と電極基板にはさまれたミラ部の存在する空間が、真空であることにより、ミラ部の動作の応答性が向上し、またミラ部の酸化やゴミによる汚れにも強い小型の1軸または2軸方向走査可能な光スキャナを提供することができる。

【0028】(実施例4)以下、本発明の第4の実施例について図面を参照しながら説明する。図6は、本発明の第4の実施例における小型の1軸方向走査可能な光スキャナを複数個、直線的に配列したところを示す平面図である。

【0029】図6において、1はミラ部、32は1軸方向走査光スキャナ、33は第1列のミラ-アレイ、34は第2列のミラ-アレイ、37はY軸走査用の梁である。図6のように、Y軸走査用の梁37で支持されたミ

ラ部1を持つ1軸方向走査光スキャナ32を、第1列のミラ-アレイ33のように配列し、さらに第2列のミラ-アレイ34を第1列のミラ-アレイ33に対して、ミラ-部1間ピッチの1/2だけずらして配列することにより、より高密度にミラ-部1を配列したのと同等の動作をさせることができる。このように配列したものは、プリンターなどの書き込み用ヘッドとして、利用することができる。

【0030】図7は、本発明の第4の実施例における小型の2軸方向走査可能な光スキャナを複数個、平面的に配列したところを示す平面図である。図7において、1はミラ-部、35は2軸方向走査光スキャナ、36は面状配列光スキャナである。中央のミラ-部1を有する2軸方向走査光スキャナ35を平面的に配置し、面状配列光スキャナ36を構成した。この面状配列光スキャナ36は、非常に薄いディスプレイとして、また将来の光コンピューティング用の光情報処理素子として使用することが考えられる。

【0031】以上のように、本実施例によれば、1軸または2軸方向走査可能な光スキャナを複数個、直線的または平面的に配列したことにより、単一の光スキャナではできない小型で新しい光スキャナデバイスを提供することができる。

【0032】

【発明の効果】以上のように本発明は、半導体レーザ光を反射し、X軸、Y軸方向に変位可能なシリコン基板で形成されたミラ-部と、ミラ-部を両側から支持するシリコン基板で形成された梁部と、前記ミラ-部を駆動するために、ミラ-部裏面に対向する位置に配置されたX軸、Y軸方向駆動電極と、前記駆動電極が形成されている電極基板と、前記駆動電極とミラ-部の間に存在し、駆動電極を絶縁するための絶縁膜と、ミラ-部と駆動電極部間のギャップを決める支持スペーサ部からなり、さらに、前記駆動電極部の配線部が、ミラ-に対して駆動電極よりも距離があり、静電力がミラ-部に作用しない平面状に形成されている2軸方向走査可能な光スキャナ構造や、梁部と一体で形成され、ミラ-部とは別に梁部にねじりを生じさせるため、複数本(組、段)形成させた静電吸引部と、前記ミラ-部および静電吸引部に対向する位置に配置された駆動電極を形成した構造の1軸走査可能な光スキャナや、ミラ-部の上に反射防止膜をつけたガラス基板を接合し、ガラス基板と電極基板にはさまれたミラ-部の存在する空間が真空である構造や、前記静電力駆動光スキャナのミラ-が、同一面内に複数個が直線的に、または平面的に配列した構造を有するものである。

【0033】この構成により、シリコン基板上に形成されたミラ-が、駆動電圧に電圧を印加することで、X軸、Y軸の2軸方向走査可能となり、半導体レーザ光は二次元走査され、全体が超小型な2軸方向走査光スキャ

ナを提供することができる。また、複数本の静電吸引部を持つことにより、従来よりも、低電圧で、広走査角度の1軸方向走査光スキャナを提供することができる。さらに、これら光スキャナのミラ-部を、真空中で動作させることにより、高速応答が可能になる。そして、これらミラ-を単一でなく、直線的にまたは平面的に配列することで、プリンターの書き込み用ヘッドや光情報分野用デバイスとして、従来にない小型で全く新しい光スキャナデバイスを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)本発明の第1の実施例における小型の2軸方向走査可能な静電力駆動光スキャナの平面図

(b)同実施例における小型の2軸方向走査可能な静電力駆動光スキャナの断面図

【図2】(a)本発明の第2の実施例における小型の1軸方向走査可能な静電力駆動光スキャナの平面図

(b)同実施例における小型の1軸方向走査可能な静電力駆動光スキャナの断面図

【図3】同実施例における小型の1軸方向走査可能な静電力駆動光スキャナの動作を説明するための説明図

【図4】同実施例における小型の1軸方向走査可能な静電力駆動光スキャナの他のミラ-形状を示す平面図

【図5】本発明の第3の実施例における小型の1軸または2軸方向走査可能な光スキャナの断面図

【図6】本発明の第4の実施例における小型の1軸方向走査可能な光スキャナを複数個、直線的に配列したところを示す平面図

【図7】同実施例における小型の2軸方向走査可能な光スキャナを複数個、平面的に配列したところを示す平面図

【図8】従来のガルバノメータスキャナ式の2軸方向走査光スキャナの概念斜視図

【図9】従来のポリゴンミラ-とガルバノメータスキャナによる2軸方向走査光スキャナの概念斜視図

【図10】従来のホログラムスキャナとガルバノメータスキャナによる2軸方向走査光スキャナの概念斜視図

【図11】従来の静電型シリコンねじり振動子の外観図

【図12】従来の静電型シリコンねじり振動子の運動状態を示した断面図

【符号の説明】

- 1 ミラ-部
- 2 シリコン基板
- 3 X軸走査用の梁
- 4 X軸方向駆動電極
- 5 電極基板
- 6 絶縁膜
- 7 支持スペーサ部
- 8 駆動電極配線部
- 9 Y軸走査用の梁
- 10 第1の梁

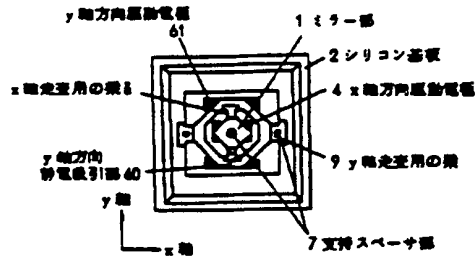
- 11 第1の静電吸引部
- 12 第2の梁
- 13 第2の静電吸引部
- 14 ミラ-部の梁
- 15 支持スペーサ部
- 16 電極基板
- 17 絶縁膜
- 18 ミラ-駆動電極
- 19 第2の静電吸引部駆動電極
- 20 第1の静電吸引部駆動電極
- 21 第1の静電吸引部
- 22 第2の静電吸引部
- 23 第3の静電吸引部
- 24 第4の静電吸引部
- 25 支持スペーサ部
- 30 真空部
- 31 ガラス基板
- 32 1軸方向走査光スキャナ

- 33 第1列のミラ-アレイ
- 34 第2列のミラ-アレイ
- 35 2軸方向走査光スキャナ
- 36 面状配列光スキャナ
- 37 Y軸走査用の梁
- 41 振動子
- 42 可動板
- 43 スパンバウンド
- 44 枠
- 45 ガラス基板
- 46 スペーサ
- 51 レーザ光源
- 52 X軸方向ミラ-
- 53 Y軸方向ミラ-
- 54 ポリゴンミラ-
- 55 ディスク型ホログラムスキャナ
- 60 Y軸方向静電吸引部
- 61 Y軸方向駆動電極

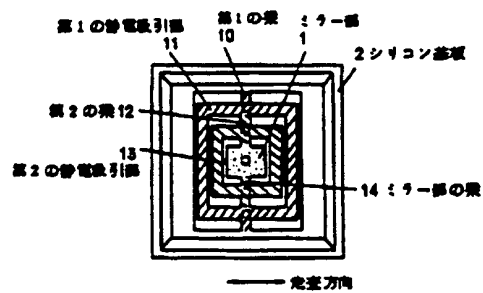
【図1】

【図2】

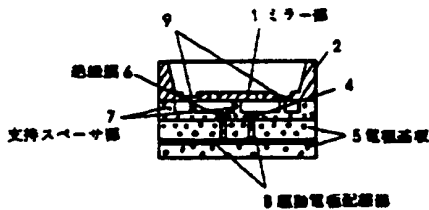
(a)



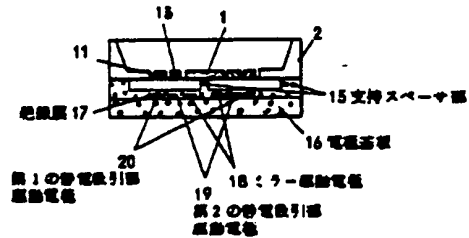
(a)



(b)

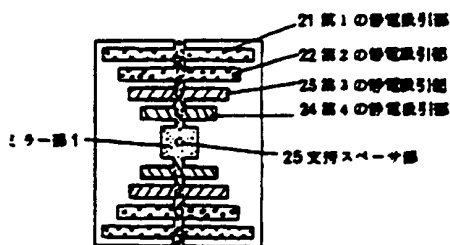
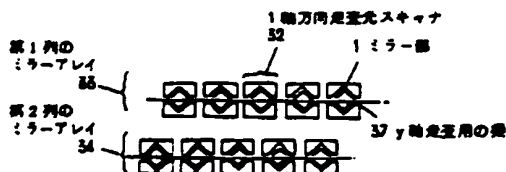


(b)

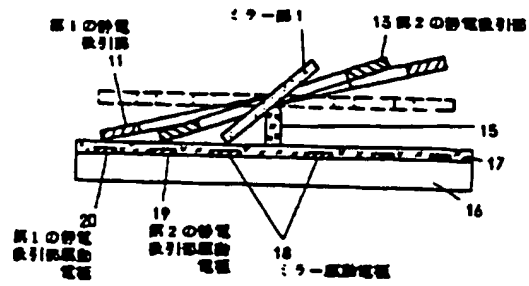


【図6】

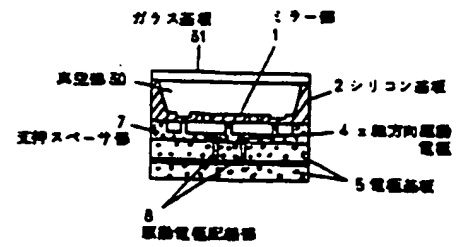
【図4】



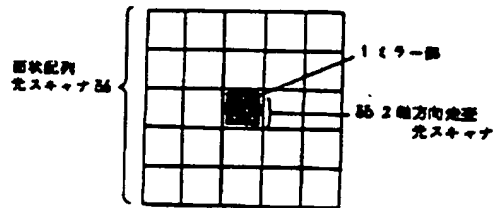
【図3】



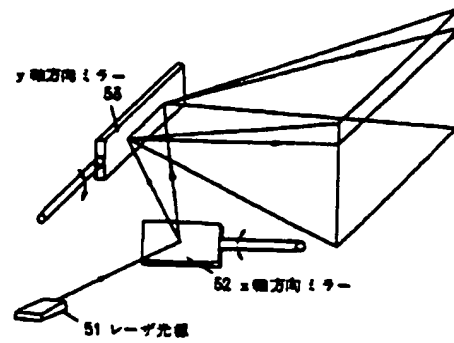
【図5】



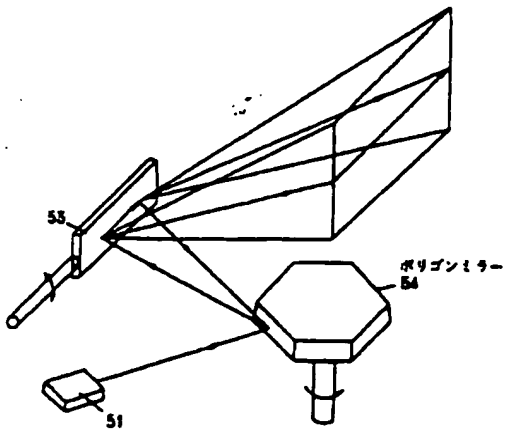
【図7】



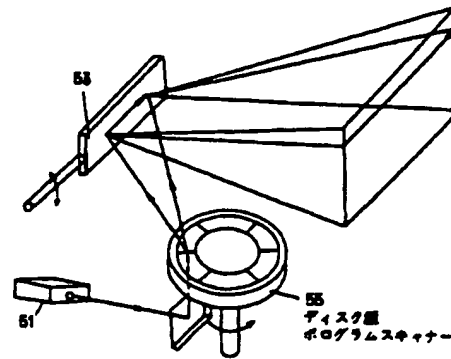
【図8】



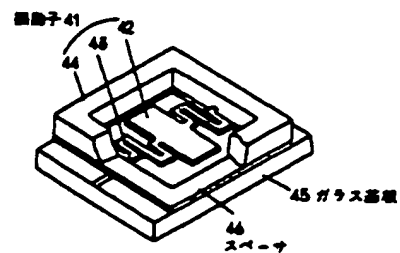
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

